



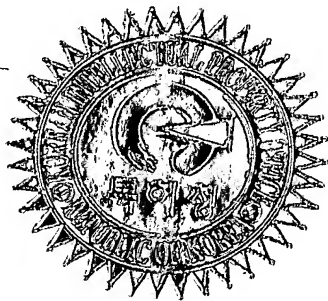
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0077708  
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 12월 09일  
Date of Application DEC 09, 2002

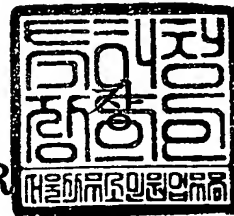
출원인 : 주식회사 포스코 외 1명  
Applicant(s) POSCO, et al.



2003 년 12 월 18 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	서지사항 보정서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.11.28
【제출인】	
【명칭】	주식회사 포스코
【출원인코드】	1-1998-004076-5
【사건과의 관계】	출원인
【제출인】	
【명칭】	도시바미쯔비시 -일렉트릭 인더스트리얼 시스템즈 코퍼레이션
【출원인코드】	5-2003-042483-4
【사건과의 관계】	출원인
【대리인】	
【성명】	전영일
【대리인코드】	9-1998-000540-4
【포괄위임등록번호】	1999-047302-4
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2002-0077708
【출원일자】	2002.12.09
【발명의 명칭】	사상 압연에 있어서 조작성 이상 진단 장치 및 방법
【제출원인】	
【접수번호】	1-1-2002-0407612-73
【접수일자】	2002.12.09
【보정할 서류】	특허출원서
【보정할 사항】	
【보정대상항목】	발명자
【보정방법】	정정
【보정내용】	
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박철재
【성명의 영문표기】	PARK, Cheol Jae
【주민등록번호】	690825-1093618

【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 주식회사 포스코 기술연 구소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조영준
【성명의 영문표기】	JO,Young Jun
【주민등록번호】	600220-1069119
【우편번호】	545-711
【주소】	전라남도 광양시 금호동 700번지 주식회사 포스코 기술연구 소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	홍성철
【성명의 영문표기】	HONG,Seong Cheol
【주민등록번호】	660404-1951215
【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 주식회사 포스코 기술연 구소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	와카미야 , 요시노리
【성명의 영문표기】	WAKAMIYA,Yoshinori
【주소】	일본국 도쿄도 108-0073, 미나토부, 미타 3초메 13-16, 미타 43엠티 빌딩, 도시바미쯔비시-일렉트릭 인더스트리얼 시스템 즈 코퍼레이션 내
【주소의 영문표기】	In ThoshibaMitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, MITA43MT BLDG., 13-16 Mita3-Chome, Minato-Ku, Tokyo 108-703, Japan
【국적】	JP
【발명자】	
【성명의 국문표기】	니타 , 이소코
【성명의 영문표기】	NITTA,Isoko
【주소】	일본국 도쿄도 108-0073, 미나토부, 미타 3초메 13-16, 미타 43엠티 빌딩, 도시바미쯔비시-일렉트릭 인더스트리얼 시스템 즈 코퍼레이션 내

【주소의 영문표기】	In ThoshibaMitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, MITA43MT BLDG., 13-16 Mita3-Chome, Minato-Ku, Tokyo 108-703, Japan
【국적】	JP
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이나미 , 하루키
【성명의 영문표기】	INAMI ,Haruki
【주소】	일본국 도쿄도 108-0073, 미나토부, 미타 3초메 13-16, 미타 43엔티 빌딩, 도시바미쯔비시-일렉트릭 인터스트리얼 시스템 즈 코퍼레이션 내
【주소의 영문표기】	In ThoshibaMitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, MITA43MT BLDG., 13-16 Mita3-Chome, Minato-Ku, Tokyo 108-703, Japan
【국적】	JP
【취지】	특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규정에의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인 전영일 (인)
【수수료】	
【보정료】	0 원
【기타 수수료】	원
【합계】	0 원

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2002.12.09
【발명의 명칭】	사상 압연에 있어서 조작성 이상 진단 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	Operation fault diagnosis apparatus and method for hot strip mill
【출원인】	
【명칭】	주식회사 포스코
【출원인코드】	1-1998-004076-5
【대리인】	
【성명】	전영일
【대리인코드】	9-1998-000540-4
【포괄위임등록번호】	1999-047302-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박철재
【성명의 영문표기】	PARK, Cheol Jae
【주민등록번호】	690825-1093618
【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동 1번지 주식회사 포스코 기술연구소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조영준
【성명의 영문표기】	JO, Young Jun
【주민등록번호】	600220-1069119
【우편번호】	545-711
【주소】	전라남도 광양시 금호동 700번지 주식회사 포스코 기술연구소 내
【국적】	KR

【발명자】

【성명의 국문표기】

홍성철

【성명의 영문표기】

HONG, Seong Cheol

【주민등록번호】

660404-1951215

【우편번호】

790-300

【주소】

경상북도 포항시 남구 괴동 1번지 주식회사 포스코 기술연구소  
내

【국적】

KR

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인  
전영일 (인)

【수수료】

【기본출원료】

20 면 29,000 원

【가산출원료】

3 면 3,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

0 항 0 원

【합계】

32,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

## 【요약서】

### 【요약】

본 발명은 열간 사상 압연에서 압연 및 제어 상태를 나타내는 모든 설정 데이터와 실시간 데이터를 가지고 제어 및 물리 현상을 표현하는 수식 모델과 조업 경험을 바탕으로 구축된 데이터베이스를 이용하여 두께 품질 이상 진단을 수행하며, 특히, 운전자의 조작에 의한 품질 불량 여부를 판단할 수 있는 사상 압연 조작성 이상 진단 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명에 따르면, 판 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크고, 운전자의 겹 개입량이 설정치보다 어느 정도 큰지를 판단하여 겹 개입량이 크면, 두께 변동량을 연산하여 상기 겹 개입량과 두께 변동량을 비교함으로써, 운전자의 롤 개입 이상 여부를 판단하는 단계; 판 두께 편차가 (-)이면, 스탠드 간 장력을 연산하고 상기 장력 연산치와 설정된 장력 설정치의 비교를 수행함으로써, 롤 속도 개입 이상임을 판단하는 단계; 및 임의의 스탠드 하중을 이용하여 판 두께를 연산하고, 상기 연산된 판 두께와 실측 판 두께가 유사한지 비교하여 기설정된 임계값보다 작고, 두께 변화와 출측 온도 변화의 형태가 일치하면, 스프레이 개입 이상으로 판정하는 단계; 를 포함하는 사상 압연 조작성 이상 진단 방법에 제공된다.

### 【대표도】

도 2

### 【색인어】

사상 압연, 이상 진단, 열연, 조작성

【명세서】

【발명의 명칭】

사상 압연에 있어서 조작성 이상 진단 장치 및 방법 {Operation fault diagnosis apparatus and method for hot strip mill}

【도면의 간단한 설명】

도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 사상 압연에 있어서 조작성 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도로서,

도 1a는 운전자 개입 진단 방법을 나타낸 흐름도이고,

도 1b는 속도 개입 진단 방법을 나타낸 흐름도이며,

도 1c는 스프레이 개입 진단 방법의 흐름도이고,

도 2는 본 발명에 적용되는 사상 압연 조작성 이상 진단 장치의 개략적인 구성도이다.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*

201 : 상부 사상 압연 롤

202 : 하부 사상 압연 롤

203 : 압연판

204 : 사상 압연 입측 온도계

205 : 사상 압연 출측 두께계

206 : 사상 압연 출측 온도계

207 : 압연 하중 측정 센서

208 : 롤 갭 측정 센서

209 : SCC 설정부

211 : 실측 데이터 수집부

212 : 출측 두께계 로드온 판단부

213 : 두께 편차 과다 판단부

214 : 운전자 갭 개입량 판단부

215 : 극성 판단부





- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| 216 : 갭 개입량 이상 표시부   | 217 : 두께 편차 극성 판단부    |
| 218 : 장력 연산치/설정치 비교부 | 219 : 속도 수동 개입 극성 판단부 |
| 220 : 롤 속도 개입 이상 표시부 | 221 : 스프레이 개입 유무 판단부  |
| 222 : 판 두께 비교부       | 223 : 두께/온도 변화 비교부    |
| 224 : 스프레이 개입 이상 표시부 |                       |

### 【발명의 상세한 설명】

### 【발명의 목적】

### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<19> 본 발명은 연간 사상 압연 이상 진단 장치 및 방법에 관한 것이며, 특히, 연간 사상 압연에서 압연 및 제어 상태를 나타내는 모든 설정 데이터와 실시간 데이터를 가지고 제어 및 물리 현상을 표현하는 수식 모델과 조업 경험을 바탕으로 구축된 데이터베이스를 이용하여 두께 품질 이상 진단을 수행하며, 그 중에서도 운전자의 조작에 의한 품질 불량 여부를 판단할 수 있는 사상 압연 조작성 이상 진단 장치 및 방법 장치 및 방법에 관한 것이다.

<20> 최근 열연 마무리 압연 공정에서는 제품 품질 향상 요구가 점점 더 높아지고 있고 다품종 소량 생산 형태로 생산되고 있어, 보다 더 정밀도가 높은 품질 제어 시스템을 필요로 하고 있다.

<21> 열연 제품 생산은 각종 컴퓨터 및 제어 시스템에 의한 고도의 제어로 안정적인 조업을 함으로써, 품질 정도 허용치를 확보하고 있다. 그러나, 제어 시스템 갱신 또는 안정적인 상태에서도 가끔 조업의 불안정이나 제품 불량이 발생하고 있다.

- <22> 이러한 것들은 크게 분류하면, 제품의 재질, 운전자의 조업 방법, 압연 설비 및 제어 시스템 등이 원인이다. 조업 불안정과 제품 불량 발생한 경우에는 구체적으로 시스템 불량인지 운전자의 조작 이상인지 등을 판단하여 재발 방지를 위한 대책을 마련하여야 한다. 종래에는 이상 진단을 행하기 위하여 제품 단위로 계산기에 수집 저장된 실적 평균 데이터를 비교 분석하거나, 실적 평균 데이터를 이용한 간단한 모의 실험 검증 등을 수행하는 방법을 채용하고 있다.
- <23> 그러나, 상세한 원인 분석을 해야 하는 경우, 주로 온라인 아날로그 데이터 차트를 보고 판단하는 것이 필요하기 때문에 전문가 수작업에 의존하는 경우가 대부분이며, 이에 따라 분석 시간이 많이 걸리는 문제와 실적 관리가 곤란한 면이 있었다.
- <24> 따라서, 품질 제어 시스템에 의하여 고품질의 제품을 생산하기 위해서는 운전자가 순간적으로 판단할 수 없는 품질 및 제어 이상 원인을 빠르게 추정하는 것을 지원하는 진단 시스템의 개발이 필요하다.
- <25> 지금까지 압연기의 품질 진단 기술과 관련된 선행 기술들을 살펴 보면, 다음과 같다.
- <26> 첫번째로, 출원인이 '포항 종합 제철 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '압연기의 이상 진단 장치'(공개 번호 : 특 2001-0027829)를 살펴 보면, 다음과 같다.
- <27> 본 특허 출원은 다단 스탠드로 구성된 압연기를 대상으로 설비 불량, 조업 불량을 진단하는 압연기 이상 진단 장치에 관한 것으로, 철강 플랜트에서의 다단 스탠드로 구성된 압연기를 대상으로 두께, 형상 및 설비에 대한 이상 판정과 요인 진단을 자동으로 수행하도록 함으로써, 고속, 고정확도의 진단이 가능하고, 진단 임계치를 강판의 양부 판정 결과와 진단 결과가 정합성을 유지하도록 적절하게 조정하도록 한다. 이렇게 함으로써, 대상의 특성이 변화하는

경우에도 적절한 임계치가 유지되어 항상 고정확도의 진단을 수행하도록 한 것이 본 선행 기술의 특징이다.

<28>       그런, 상기 선행 기술은 품질의 이상 판정을 위하여 단순히 임계치와의 크기를 비교하여 양부를 결정하는 내용으로 되어 있어 룰 베이스(Rule Base)에 의한 본 출원과는 차이가 난다. 또한, 상기 특허는 대상의 특성이 변화할 때, 임계치를 자동으로 변경하여 진단하는 기술이기 때문에 최적의 임계치를 설정하는 것이 진단 성공율을 좌우하는 기준이 될 수 있다. 그러나 이와 같은 임계치의 최적 설정은 강종과 사이즈, 압연 조건 및 현장의 상황에 따라서 선정되는 것으로 매우 힘들다는 문제점이 있다.

<29>       두번째로, 출원인이 '미쯔비시 전기 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '이상 진단 장치 및 이상 진단 방법(일본 공개 번호 : 특개평 11-347614)을 살펴 보면, 다음과 같다.

<30>       본 선행 기술은 압연된 압연재의 판 두께와 목표 판 두께의 편차를 연산하고, 그 편차가 기준치를 초과한다면, 판 두께 이상으로 인정한다. 즉, 판 두께의 국소적 최소치와 국소적 최대치를 검출하여, 그 국소적 최소치와 최대치의 편차가 미리 설정된 기준치를 초과하면, 판 두께 이상으로 인정한다. 또한, 이상 발생 원인을 주로 롤 속도 밸런스와 밀 모터의 토크 실적 및 압연 하중 실적으로부터 판정하고 있다.

<31>       그러나, 압연기의 두께 이상의 원인은 이보다 훨씬 다양한 원인에 의하여 발생하고 있으므로, 상기 선행 기술로는 완전한 품질 진단을 할 수 없다는 문제점이 있다.

<32>       세번째로, 출원인이 '미쯔비시 전기 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '온라인 롤 연삭 장치의 고장 진단 방법'(공개 번호 : 특개평 7-251210)을 살펴 보면, 다음과 같다.

- <33>      상기 선행 기술은 운전자의 육안에 의지하지 않고, 자동적으로 온라인 롤 여삭 장치의 고장을 진단한 기술로서, 하우징 내부의 롤을 회전시키면서, 그 외주면에 회전 가능한 슷들을 끼우고, 이 슷들을 롤 축 방향으로 왕복 이동시키며 연삭하는 온라인 롤 연삭 장치에 있어서, 상기 롤의 슷들에 의한 연삭 중에 슷들 구동 회전 장치의 출력 토크를 검출하고, 출력 토크가 상한치를 초과하거나, 하한치 미만인 경우에 이상이라고 진단하는 방법이다.
- <34>      본 선행 기술도 상기 타 선행 기술과 마찬가지로 단순히 경계치에 대한 특허로서, 완전한 진단이 힘들다는 문제점이 있다.
- <35>      네번째로, 출원인이 '신일본 제철 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '압연롤용 축수의 이상 진단 장치'(공개 번호 : 특개평 7-63605)를 살펴 보면, 다음과 같다.
- <36>      상기 선행 기술은 진단시에 압연롤이 압연롤용 베어링에 가중한 하중을 측정하고, 베어링의 이상 검출 범위를 폭넓게 진단할 수 있는 압연롤용 베어링의 이상 진단 장치에 관한 것이나, 본 선행 기술도 상기 타 선행 기술과 마찬가지로 문제점들이 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

- <37>      본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 열간 사상 압연에서 압연 및 제어 상태를 나타내는 모든 설정 데이터와 실시간 데이터를 가지고 제어 및 물리 현상을 표현하는 수식 모델과 조업 경험을 바탕으로 구축된 데이터베이스를 이용하여 두께 품질 이상 진단을 수행하며, 특히, 사상 압연에서의 세부적인 이상 진단 방법 중 운전

자의 조작에 의한 품질 불량 여부를 판단할 수 있는 사상 압연 조작성 이상 진단 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

### 【발명의 구성 및 작용】

<38> 앞서 설명한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따르면, 사상 압연에서 조작성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 조작성 이상 진단 장치에 있어서, 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부(210); 판 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크고, 운전자의 갭 개입량이 상기 SCC 설정부(210)에서 설정된 설정치보다 어느 정도 큰지를 판단하여 갭 개입량이 크면, 두께 변동량을 연산하여 상기 갭 개입량과 두께 변동량을 비교함으로써, 운전자의 롤 개입 이상 여부를 판단하는 운전자 개입 진단부; 판 두께 편차가 (-)이면, 스탠드 간 장력을 연산하고 상기 장력 연산치와 상기 SCC 설정부(210)에서 설정된 장력 설정치의 비교를 수행함으로써, 롤 속도 개입 이상임을 판단하는 속도 개입 진단부; 및 임의의 스탠드 하중을 이용하여 판 두께를 연산하고, 상기 연산된 판 두께와 실측 판 두께가 유사한지 비교하여 기설정된 임계값보다 작고, 두께 변화와 출측 온도 변화의 형태가 일치하면, 스프레이 개입 이상으로 판정하는 스프레이 개입 진단부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 조작성 이상 진단 장치가 제공된다.

<39> 또한, 사상 압연에서 조작성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 조작성 이상 진단 방법에 있어서, 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 제 1 단계; 판 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크고, 운전자의 갭 개입량이 상기 제 1 단계에서 설정된 설정치보다 어느 정도 큰지를 판단하여 갭 개입량이 크면

, 두께 변동량을 연산하여 상기 갭 개입량과 두께 변동량을 비교함으로써, 운전자의 롤 개입 이상 여부를 판단하는 제 2 단계; 판 두께 편차가 (-)이면, 스탠드 간 장력을 연산하고 상기 장력 연산치와 상기 제 1 단계에서 설정된 장력 설정치의 비교를 수행함으로써, 롤 속도 개입 이상임을 판단하는 제 3 단계; 및 임의의 스탠드 하중을 이용하여 판 두께를 연산하고, 상기 연산된 판 두께와 실측 판 두께가 유사한지 비교하여 기설정된 임계값보다 작고, 두께 변화와 출측 온도 변화의 형태가 일치하면, 스프레이 개입 이상으로 판정하는 제 4 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 조작성 이상 진단 방법이 제공된다.

- <40>        아래에서, 본 발명에 따른 양호한 일 실시예를 첨부한 도면을 참조로 하여 상세히 설명 하겠다.
- <41>        도 1a 내지 도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 사상 압연에 있어서 조작성 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도로서, 도 1a는 운전자 개입 진단 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 1b는 속도 개입 진단 방법을 나타낸 흐름도이며, 도 1c는 스프레이 개입 진단 방법의 흐름도이다.
- <42>        도 1a 내지 도 1c를 참조하면, 운전자 개입 진단 방법은 다음과 같은 알고리즘으로 구성 된다.
- <43>        먼저, 스텝 S101에서, 각 압연 조건에 따라 설정된 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 설정값을 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부(210)로부터 읽어 들인 후, 스텝 S102에서, 스탠드 출측에 설치되어 있는 두께계(205)로부터 압연판(203)의 두께 신호가 인가되는지, 즉, 상기 출측 두께계에 로드온(Load On)되었는지 여부를 판단한다. 압연판이 검지 되면, 본 발명에서 제시하는 알고리즘들이 동작하게 된다.

- <44> 그리고, 스텝 S103에서, 상기 두께계(205), 출측 온도계(206), 압연 하중 측정 센서(207) 및 롤 갭 측정 센서(208)로부터 각각 실측 데이터를 수집한다.
- <45> 이어서, 스텝 S104에서, 상기 두께계(205)로부터 수집된 두께 편차가 수요가의 관리 공차(수요자들이 요구하는 공차 범위)보다 큰지 여부를 판단한다. 이는 수요가의 관리 공차보다 큰 경우에는 두께 불량으로 판단되기 때문이다.
- <46> 상기 스텝 S104에서의 판단 결과, 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크면, 종료하고, 작으면, 스텝 S105-1에서, 두께 불량이 발생한 지점에서의 운전자의 롤 갭 개입량이  $X(\mu\text{m})$  이상인지 여부를 판단한다. 여기서,  $X$ 는 상기 SCC 설정부(210)에서 사전에 설정되는 값이다.
- <47> 상기 스텝 S105-1에서의 판단 결과, 운전자의 롤 갭 개입량이  $X$  이하이면, 종료하고,  $X$ 를 초과하면, 운전자의 조작 오류일 가능성이 높기 때문에 계속해서 진단 알고리즘을 수행한다.
- <48> 즉, 스텝 S105-2 단계에서는 운전자 수동 개입에 의한 롤 갭 개입량을 두께 변동량으로 환산하여 롤 갭 개입이 두께 불량에 영향을 주었는지를 판단하게 되며, 두께 변동량으로의 환산은 아래의 식에 의한다.
- <49> \* 소재 변형 특성식 :  $F = Q(H - h)$
- <50> \* 밀 변형 특성식 :  $h = S + \frac{F}{M}$
- <51> 상기 식들에 의하여  $\Delta F = \Delta Q(H - h) + Q(\Delta H - \Delta h)$ 가 유도되고,  $\Delta h = \frac{\Delta F}{M} + \Delta S$ 가 된다.
- <52> 그리고, 위의 식들에 의하여 아래의 식이 성립한다.
- <53> 
$$\Delta h = \frac{1}{M} [\Delta Q(H - h) + Q(\Delta H - \Delta h)] + \Delta S$$

<54> 
$$\Delta h = \frac{Q}{M+Q} \Delta H + \frac{\Delta Q}{M+Q} (H - h) + \frac{M}{M+Q} \Delta S$$

<55> 해당 스탠드의 Q 오차항을 무시하고, 해당 스탠드의 롤 갭 수정량에 의한 두께 변동량을 고려하면, 다음과 같은 식으로 표현된다.

<56> 
$$\Delta h = \frac{M}{M+Q} \Delta S$$

<57> 또한, 전단 스탠드의 롤 갭 변화에 의한 두께 변동량과 해당 스탠드의 롤 갭 수정량에 의한 두께 변동량을 고려하면, 최종적으로 운전자 롤 갭 개입량에 따른 출력 두께 변동량은 아래의 [수학식 1]에 의하여 연산된다.

<58> **【수학식 1】** 
$$\Delta h = \frac{Q}{M+Q} \Delta H + \frac{M}{M+Q} \Delta S$$

<59> 즉, 예를 들어, 6번 및 7번 스탠드의 롤 갭 변동량에 의한 7번 스탠드 출력 두께 변동량은 다음과 같이 구할 수 있다.

<60> 
$$\begin{aligned} \Delta h_7 &= \frac{Q_7}{M_7+Q_7} \Delta H_7 + \frac{M_7}{M_7+Q_7} \Delta S_7 \\ &= \frac{Q_7}{M_7+Q_7} \left( \frac{M_6}{M_6+Q_6} \Delta S_6 \right) + \frac{M_7}{M_7+Q_7} \Delta S_7 \end{aligned}$$

<61> 이어서, 스텝 S106에서, 운전자 롤 갭 개입량과 두께 변동량의 극성이 일치하는지를 판단하여, 일치하지 아니하면, 종료하고, 일치하면, 스텝 S107에서, 운전자의 롤 갭 개입에 문제가 있는 것으로 최종 표시한 후, 종료한다.

<62> 도 1b에 도시된 흐름은 상기 스텝 S103이 수행된 후, 이루어지는 운전자의 롤 속도 개입 이상을 진단하는 방법으로서, 이를 설명하면, 다음과 같다.



- <63> 스텝 S108에서, 두께 편차가 (-)인지 여부를 판단한다. 일반적으로 운전자의 속도 수동 개입은 루프로 인한 오동작을 방지하기 위하여 톨 속도를 줄이는 방향으로 작동하게 되므로, 장력이 많이 걸리게 된다. 따라서, 과도하게 걸린 장력은 두께와 폭 편차를 줄이게 되는 요인으로 작용하여 두께 편차가 (-)인지를 판단하면, 운전자의 속도 개입이 정당한지를 판단할 수 있다.
- <64> 상기 스텝 S108에서의 판단 결과, 두께 편차가 (-)가 아니면, 종료하고, (-)이면, 스텝 S109에서, 스텐드 간의 장력을 연산한다. 스텐드 간 장력은 루퍼 모터의 전류를 이용하면 쉽게 구할 수 있다.
- <65> 이어서, 스텝 S110은, 스텐드 간 장력의 연산치가 장력 설정치보다 큰지를 판단하는 단계로서, 속도 수동 개입 유무를 판단하기 위하여 장력 연산치가 설정치보다 어느 정도 크게 작용하는지를 연산하여 판단한다. 두께 불량 발생 시점에서 속도 수동 개입 이상 유무는 아래의 [판정식 1]과 같이 판정할 수 있다.
- <66> [판정식 1]
- <67>  $\text{장력 연산치} > \text{장력 설정치} * \alpha$
- <68> 여기서,  $\alpha$ 는 상기 SCC 설정부(210)에서 설정된 값이다.
- <69> 상기 스텝 S110에서의 판단 결과, 장력 연산치가 장력 설정치보다 작으면, 종료하고, 크면, 스텝 S111에서, 두께 불량이 발생한 시점에서 톨 속도 수동 개입량의 변화가 (-)인지를 판단한다. 운전자는 속도를 줄이는 방향으로 작용하기 때문에 두께 불량 시점에서는 속도 수동 개입량의 변화가 (-)가 된다.

- <70>        상기 스텝 S111에서의 판단 결과, 롤 속도 수동 개입량 변화가 (-)가 아니면, 종료하고, (-)이면, 스텝 S112에서, 운전자 속도 개입으로 최종 판단하여 이를 출력부에 표시한 후, 종료한다.
- <71>        도 1c에 도시된 흐름은 상기 스텝 S103이 수행된 후, 이루어지는 운전자의 스프레이 개입 이상을 진단하는 방법으로서, 이를 설명하면, 다음과 같다.
- <72>        스텝 S113에서, 두께 불량 발생 시점에서 운전자의 스프레이 개입이 있었는지 여부를 판단한다.
- <73>        상기 스텝 S113에서의 판단 결과, 개입이 없었으면, 종료하고, 개입이 있었으면, 스텝 S114에서, 그 시점에서 임의의 스탠드의 하중을 이용하여 판 두께를 연산한다. 이때 하중을 이용하여 판 두께를 연산하는 것은 상기 밀 변형 특성식을 이용하면 된다.
- <74>        이어서, 스텝 S115는 상기 스텝 S114에서 연산된 판 두께와 실측 판 두께를 비교하는 단계로서, 두 값이 비슷한 크기를 가질 때에는 운전자의 스프레이 개입에 의하여 압연판의 온도가 저하되고, 이로 인하여 두께 불량이 발생할 가능성이 많다고 진단한다.
- <75>        상기 스텝 S115에서의 비교 결과, 두 값이 비슷하지 아니하면, 종료하고, 비슷하면, 스텝 S116에서, 두께 불량이 발생한 시점에 두께 변화 형태와 출측 온도(FDT)의 형태가 일치하는지 여부를 판단한다.
- <76>        상기 스텝 S116에서의 판단 결과, 일치하지 아니하면, 종료하고, 일치하면, 운전자의 개입 이상으로 판단되어, 스텝 S117에서, 최종적으로 운전자 스프레이 이상을 표시부에 출력한 후, 종료한다.

- <77> 도 2는 본 발명에 적용되는 사상 압연에 있어서 조작성 이상 진단 장치의 개략적인 구성도로서, 이를 상세히 설명하면, 다음과 같다.
- <78> 도 2에 도시된 조작성 이상 진단 장치는, 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 설정값을 인가하는 SCC 설정부(210)를 포함한다.
- <79> 또한, 두께계(205), 입측 온도계(204), 출측 온도계(206), 압연 하중 측정 센서(207) 및 롤 갭 측정 센서(208)로부터 각각 실측 데이터를 수집하기 위한 실측 데이터 수집부(211)를 포함한다.
- <80> 또한, 출측 두께계가 로드온도였는지를 판정하는 출측 두께계 로드온 판단부(212)를 포함한다.
- <81> 한편, 본 조작성 이상 진단 장치는 크게 운전자 개입 진단 모듈, 속도 개입 진단 모듈 및 스프레이 개입 진단 모듈로 구분할 수 있는 바, 각각을 설명하면, 다음과 같다.
- <82> 먼저, 운전자 개입 진단 모듈은 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 큰지 여부를 판단하는 두께 편차 과다 판단부(213)가 설치되고, 운전자의 갭 개입량이 상기 SCC 설정부(210)에서 설정된 설정치보다 어느 정도 큰지를 판단하여 갭 개입량이 큰 경우에는 두께 변동량을 연산하여 그 타당성을 검토하기 위한 운전자 갭 개입량 판단부(214)를 포함한다. 또한, 갭 개입량과 두께 변동량의 극성이 일치하는지를 판단하기 위한 극성 판단부(215)를 포함하고, 갭 개입량의 이상으로 판단되면, 이를 표시하기 위한 갭 개입량 이상 표시부(216)를 포함한다.
- <83> 속도 개입 진단 모듈은 운전자의 속도 개입 이상을 판단하기 위한 모듈로서, 두께 편차가 (-)인지를 판단하는 두께 편차 극성 판단부(217), 스텐드 간 장력을 연산하고 장력 연산치



와 상기 SCC 설정부(210)에서 설정된 장력 설정치의 비교를 수행하는 장력 연산치/설정치 비교부(218), 롤 속도의 수동 개입량의 변화가 (-)인지를 판단하는 속도 수동 개입 극성 판단부(219) 및 속도 개입 이상으로 최종 판정되면 롤 속도 개입 이상임을 표시하는 롤 속도 개입 이상 표시부(220)를 포함한다.

<84>       스프레이 개입 이상 모듈은 운전자의 스프레이 개입이 있었는지를 판단하기 위한 스프레이 개입 유무 판단부(221), 임의의 스탠드 하중을 이용하여 판 두께를 연산하고 연산된 판 두께와 실측 판 두께가 유사한지 비교하는 판 두께 비교부(222), 두께 변화와 출측 온도 변화의 형태가 일치하는지를 판단하는 두께/온도 변화 비교부(223) 및 스프레이 개입 이상으로 최종 판정되면 이를 표시하기 위한 스프레이 이상 표시부(224)를 포함한다.

<85>       이상에서 본 발명에 대한 기술 사상을 첨부 도면과 함께 서술하였지만 이는 본 발명의 가장 양호한 일 실시예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한, 이 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자이라면 누구나 본 발명의 기술 사상의 범주를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변형 및 모방이 가능함은 명백한 사실이다.

#### 【발명의 효과】

<86>       앞서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명은, 품질 제어 시스템에 의하여 고품질의 제품을 생산하기 위하여 운전자가 순간적으로 판단할 수 없는 품질 및 제어 이상 원인을 빠르게 추정하기 위하여 운전자의 조작성 이상 유무를 판단함으로써, 사상 압연 이상 진단을 수행하는 효과가 있다.

## 【특허청구범위】

## 【청구항 1】

사상 압연에서 조작성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 조작성 이상 진단 장치에 있어서, .

목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부(210);

판 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크고, 운전자의 갭 개입량이 상기 SCC 설정부(210)에서 설정된 설정치보다 어느 정도 큰지를 판단하여 갭 개입량이 크면, 두께 변동량을 연산하여 상기 갭 개입량과 두께 변동량을 비교함으로써, 운전자의 롤 개입 이상 여부를 판단하는 운전자 개입 진단부;

판 두께 편차가 (-)이면, 스탠드 간 장력을 연산하고 상기 장력 연산치와 상기 SCC 설정부(210)에서 설정된 장력 설정치의 비교를 수행함으로써, 롤 속도 개입 이상임을 판단하는 속도 개입 진단부; 및

임의의 스탠드 하중을 이용하여 판 두께를 연산하고, 상기 연산된 판 두께와 실측 판 두께가 유사한지 비교하여 기설정된 임계값보다 작고, 두께 변화와 출측 온도 변화의 형태가 일치하면, 스프레이 개입 이상으로 판정하는 스프레이 개입 진단부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 조작성 이상 진단 장치.

## 【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 운전자 개입 진단부, 속도 개입 진단부 및 스프레이 개입 진단부에 공정과 관련된 실측 데이터를 수집하여 제공하는 실측 데이터 수집부;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 조작성 이상 진단 장치.

### 【청구항 3】

사상 압연에서 조작성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 조작성 이상 진단 방법에 있어서,

목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 제 1 단계;

판 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크고, 운전자의 갭 개입량이 상기 제 1 단계에서 설정된 설정치보다 어느 정도 큰지를 판단하여 갭 개입량이 크면, 두께 변동량을 연산하여 상기 갭 개입량과 두께 변동량을 비교함으로써, 운전자의 롤 개입 이상 여부를 판단하는 제 2 단계;

판 두께 편차가 (-)이면, 스탠드 간 장력을 연산하고 상기 장력 연산치와 상기 제 1 단계에서 설정된 장력 설정치의 비교를 수행함으로써, 롤 속도 개입 이상임을 판단하는 제 3 단계; 및

임의의 스탠드 하중을 이용하여 판 두께를 연산하고, 상기 연산된 판 두께와 실측 판 두께가 유사한지 비교하여 기설정된 임계값보다 작고, 두께 변화와 출측 온도 변화의 형태가 일치하면, 스프레이 개입 이상으로 판정하는 제 4 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 조작성 이상 진단 방법.

【청구항 4】

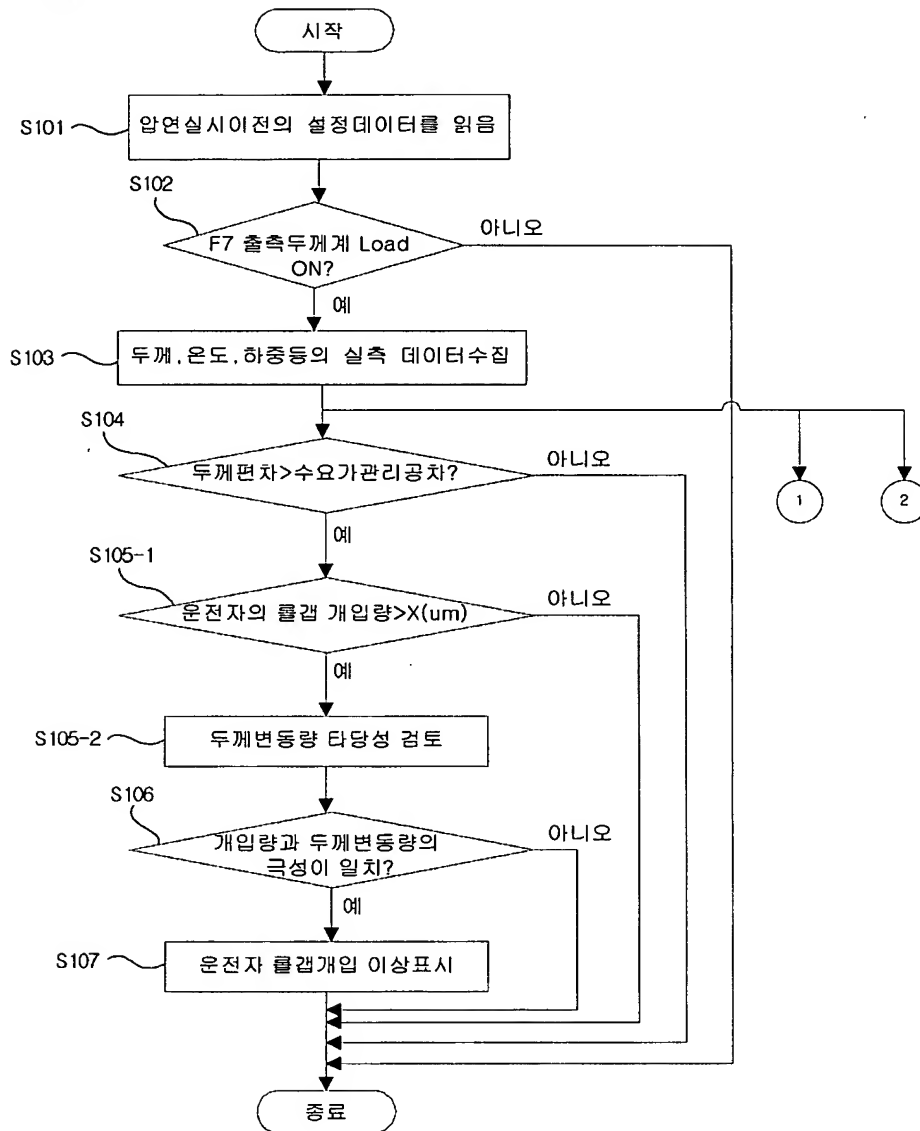
제 3 항에 있어서,

압연되는 판의 두께, 입측 온도, 출측 온도, 압연 하중 및 롤 갭 등의 실측 데이터를 측정함으로써, 실측 데이터를 수집하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 조작성 이상 진단 방법.

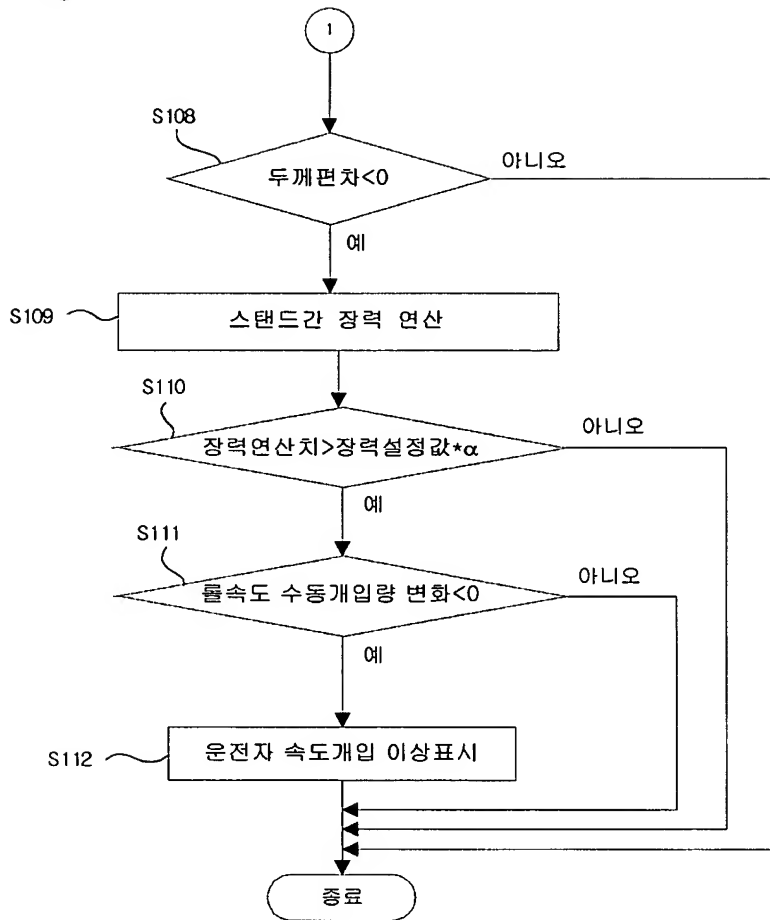
【도면】

【도 1a】

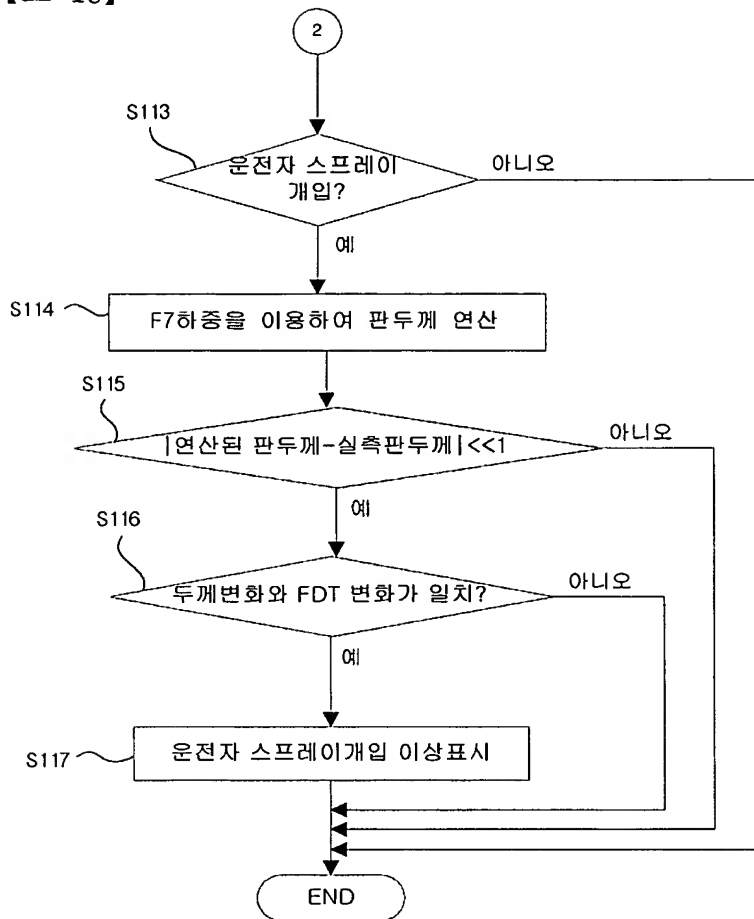




【도 1b】



【도 1c】



【도 2】

